Modèle des défauts quasi ponctuels : mode d'emploi

E. Chabert, J. Y. Cavaillé, C. Gauthier
GEMPPM, UMR INSA-CNRS 5510, 69621 Villeurbanne Cedex, France

Le modèle des défauts quasi ponctuels (ou modèle qpd) a été proposé par Perez et al. il y a une quinzaine d'année pour décrire la mobilité moléculaire des polymères amorphes. Depuis, ce modèle a fait l'objet de nombreux développements pour rendre compte du comportement mécanique linéaire et non linéaire des solides non cristallins et a été appliqué avec succès sur différents matériaux. Cependant, bien qu'il ait déjà été publié de nombreuses fois, il reste souvent considéré comme difficile à utiliser. C'est pourquoi, nous proposons de faire le point sur la méthodologie générale de modélisation du comportement mécanique, c'est à dire sur :

- le choix du formalisme utilisé dans le domaine linéaire et son extension pour décrire également le domaine non linéaire.
- la signification physique de chacun des paramètres introduits
- la détermination de chacun de ces paramètres, de manière indépendante, à partir d'un nombre minimum d'essais mécaniques. Ainsi, les paramètres intervenants dans la description du comportement linéaire sont déterminés à partir de seulement trois courbes isochrones de spectrométrie mécanique. Ils étaient classiquement déterminés à partir d'une courbe maîtresse nécessitant beaucoup d'essais isothermes pour sa construction. Cette nouvelle méthode a été testée sur le PET et le PMMA, matériaux pour lesquels des travaux antérieurs avaient déjà été publiés.

Dans le domaine non linéaire, les trois paramètres supplémentaires intervenants peuvent être évalués à partir d'une courbe unique (σ-ε) de plasticité (par exemple un essai à vitesse de déformation constante effectué à température ambiante).

C'est ainsi que nous avons modélisé dans le cas du PET amorphe, les évolutions avec la température de la contrainte au seuil d'écoulement ($\sigma_{p)}$ et du volume d'activation, en gardant le même jeu de paramètres.

Ainsi, ce travail a permit de donner une signification physique, d'une part à une relation empirique bien connue, le modèle biparabolique et d'autre part, à un modèle rhéologique constitué d'une association d'éléments de Voigt. La forme biparabolique se trouve bien adaptée à l'analyse de la viscoélasticité linéaire tandis que le modèle rhéologique se prête facilement à l'analyse du comportement plastique non linéaire.

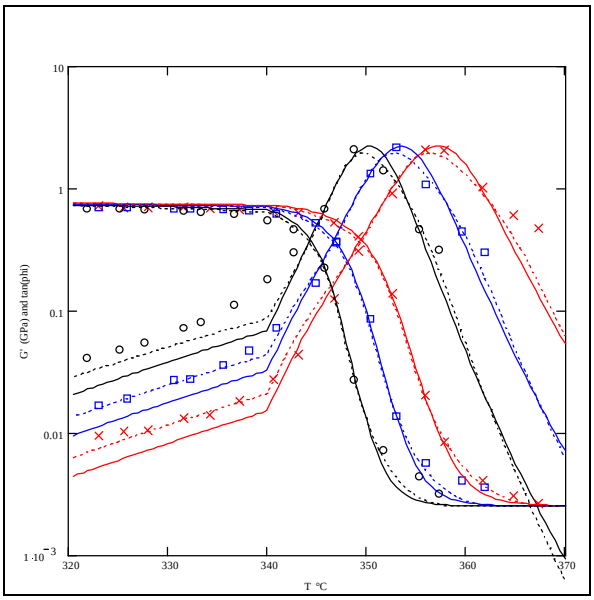

Fig. 1 : relaxation α : G' (Pa)et tanϕ en fonction de le température, points expérimentaux : × 1Hz, □ 0.1 Hz, ○ 0.01 Hz, lignes pleines : courbes calculées avec le modèle biparabolique, pointillés : courbes calculées avec le modèle Double Voigt

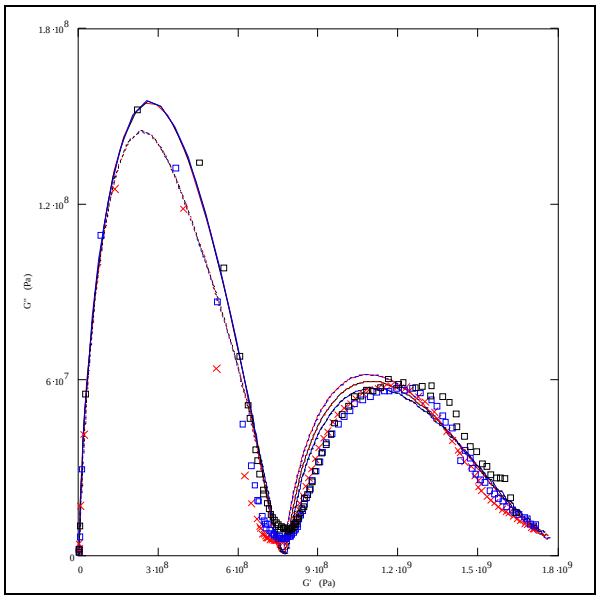

Fig. 2 : relaxations β et α : G'' en fonction de G' points expérimentaux : × 1Hz, □ 0.1 Hz, ○ 0.01 Hz, lignes pleines : courbes calculées avec le modèle biparabolique, pointillés : courbes calculées avec le modèle Double Voigt